

PEMBUATAN SISTEM ROBOTIKA SEBAGAI IMPLEMENTASI PERGERAKAN KAMERA SECARA *AUTONOMOUS*

Dimas Kusuma Putra ¹⁾, Martinus ²⁾ dan Ahmad Yahya ²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Abstract

Automation systems are a manifestation of the concept of science that led to development of nowadays technology. In general automation is concept of human science that is used to run a process where there is no longer direct human intervention ranging from the beginning of the process until completion. This research is intended to create a automated a robotic system camera pan and tilt movements with a view to be implemented into a variety of forms of applications, such as KAP (Kite Aerial Photography), security camera, stealth cam, camera traps and etc. This research uses some mechanics of rigging as a medium for system the camera Arduino microcontroller is used as the controller of the controlling the camera movement. The system of controlled the movement of the camera by using time delay. The results showed that the robotics system of this research has succeeded in making a camera capable of autonomous moving to state time delay.

Keywords: *Microcontroller, Robotics Systems, Camera Movement.*

PENDAHULUAN

Keinginan manusia untuk menciptakan masa depan yang modern telah memiliki konsep yang terarah, satu diantaranya adalah mengenai sistem otomasi atau kontrol. Sistem otomasi merupakan perwujudan dari konsep keilmuan yang menyebabkan berkembangnya teknologi dewasa ini. Sistem otomasi pada dasarnya sering diterapkan untuk mendukung proses produksi pada dunia Industri baik besar maupun kecil. Namun dengan kemajuan dan kemudahan didapatnya teknologi sebagai implementasi sistem otomasi juga dapat digunakan sebagai sarana pendukung dalam berbagai macam bidang, termasuk satu diantaranya adalah dalam bidang fotografi. Dalam bidang tersebut dapat diterapkan sistem otomasi untuk melakukan pergerakan kamera secara otomatis tanpa adanya peranan bantuan manusia, pergerakan kamera tersebut memiliki dua macam jenis yaitu *pan* dan *tilt*.

Penerapan untuk pergerakan kamera ini terbilang cukup luas, seperti misalnya pada

penggunaan *aerial photography*, *camera trap*, *security camera* dan masih banyak lagi jenis penerapannya. Dengan memanfaatkan mikrokontroler, kamera digital dan motor servo sebagai penggerak, maka sudah dapat membuat tiruan pemodelan dengan teknologi yang sama dan kamera mampu bergerak dari berbagai macam sudut pandang sehingga gambar yang didapatkan akan dapat memberikan informasi yang jelas terhadap keadaan sekitar serta dengan biaya yang cukup ekonomis. Karena alasan tersebutlah penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap pergerakan kamera ini. Sehingga dapat dikembangkan dan dapat diimplementasikan ke berbagai macam contoh aplikasi.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kamera Digital

Kamera *digital* adalah alat untuk membuat gambar dari obyek untuk selanjutnya dibiaskan melalui lensa kepada sensor CCD (ada juga yang menggunakan sensor CMOS) yang

hasilnya kemudian direkam dalam format *digital* ke dalam media simpan *digital*. Karena hasilnya disimpan secara *digital* maka hasil rekam gambar ini harus diolah menggunakan pengolah *digital* pula semacam komputer atau mesin cetak yang saat membaca media simpan *digital* tersebut. Kemudahan dari kamera *digital* adalah hasil gambar yang dengan cepat diketahui hasilnya secara instan, kemudahan memindahkan hasil (*transfer*), dan penyuntingan warna, ketajaman, kecerahan dan ukuran yang dapat dilakukan dengan relatif lebih mudah daripada kamera manual.^[6]

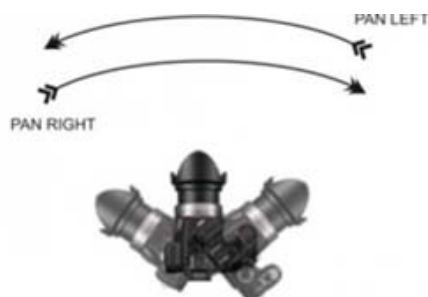
1. Komponen Kamera *Digital*

- a. Sensor Kamera
Sensor kamera adalah sensor penangkap gambar yang dikenal juga sebagai CCD (*Charged Coupled Device*) dan CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) yang terdiri dari jutaan *pixel* lebih. Sensor ini berbentuk *chip* yang terletak tepat di belakang lensa.
- b. Layar LCD
Layar LCD (*LCD display*) adalah layar kecil pada kamera *digital* yang bermanfaat untuk melihat seperti apa bidikan yang ditangkap oleh sensor CCD.
- c. Media Penyimpanan
Pada umumnya media penyimpanan memiliki kapasitas penyimpanan gambar dalam jumlah besar sesuai dengan kapasitas *memory* yang dimiliki. Kapasitas gambar pada setiap media juga ditentukan dengan kapasitas resolusi dari masing-masing gambar yang dihasilkan.

2. Pergerakan Kamera

Moving camera dalam pengertian karya *audio visual* berarti suatu usaha menciptakan gambar-gambar menarik dengan disertai pergerakan kamera sebagai perekam obyek dalam bidikan. Ada beberapa jenis tentang *moving camera* diantaranya dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. *Panning*
Teknik pengambilan gambar dengan cara menggerakkan kamera mengikuti arah obyek melakukan pergerakan, jika arah pergerakan obyek dari kanan ke kiri maka disebut (*Pan Left*) dan sebaliknya, jika arah pergerakan obyek dari kiri ke kanan disebut (*Pan Right*).



Gambar 1. Pergerakan *Panning* Kamera^[6]

- b. *Tilting*
Teknik pengambilan gambar dengan cara menggerakkan kamera mengikuti arah obyek melakukan pergerakan dari atas ke bawah disebut (*Tilt-Down*) atau sebaliknya dari bawah ke atas disebut (*Tilt-Up*).



Gambar 2. Pergerakan *Tilting* Kamera^[6]

B. Otomasi

Otomasi adalah proses yang secara otomatis mengontrol operasi dan perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat mengganti manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan.^[4]

Otomasi memiliki tujuan memberikan kemudahan, meningkatkan efektifitas kerja sistem dan meningkatkan jaminan keselamatan kepada para operator. Cara kerja pada sistem pengendalian otomatis sama dengan kerja sistem pengendalian manual. Sistem yang dirancang melakukan empat fungsi pengendalian yaitu mengatur, membandingkan, menghitung dan mengoreksi. Perbedaan yang ada yaitu pada pengoperasian sistem, dimana sistem pengendalian otomatis tidak lagi dikerjakan oleh operator, tetapi sepenuhnya dikerjakan oleh sebuah *controller* yang merupakan bagian dari DCS (*Distributed Control System*).^[4]

AutoKAP merupakan contoh implementasi dari otomasi yang bertujuan untuk melakukan pemotongan yang dilakukan di udara. *AutoKAP* dibuat dengan mengendalikan kamera secara otomatis. Kamera diatur agar mengambil gambar secara terus menerus dengan berbagai sudut yang telah ditentukan sebelumnya. Derajat kebebasan dari kamera ada tiga. Sementara derajat kebebasan yang bias dikontrol adalah dua, dimana hal ini diakomodasi oleh dua buah motor servo. Satu untuk motor *panning* dan satu lagi untuk motor *tilting*. Sementara sebuah motor lagi dipergunakan untuk mengambil gambar atau menekan *shutter* kamera.^[5]

C. Arduino Nano

Arduino merupakan jenis *single board* mikrokontroler yang didesain untuk memproses menggunakan elektronika pada pengerjaan proyek yang berbasis otomasi. Alat ini didesain dengan sangat sederhana karena menggunakan sistem *opensource* untuk menggunakannya. Arduino nano merupakan *single board* berukuran 43.18 mm x 18.54 mm yang diluncurkan semenjak Mei 2008, arduino jenis ini menggunakan chip processor ATMEGA 168 atau ATMEGA 328.

Gambar berikut merupakan contoh gambar arduino nano. Untuk menghubungkan arduino nano dengan komputer dapat menggunakan kabel *mini – B USB*.^[2]



Gambar 3. Arduino Nano

D. Motor Servo

Motor *servo* merupakan jenis aktuator berupa sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor *servo*. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran *servo*. Sedangkan sudut dari sumbu motor *servo* diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.^[3]

E. Robotika

Menurut RIA (*Robotics Institute of America*) robot adalah manipulator yang berfungsi jamak dan dapat deprogram ulang dan dirancang untuk mengangkut material, *part*, peralatan atau perangkat khusus melalui peubah pergerakan terprogram untuk melakukan tugas bervariasi. Dan secara umum Robot merupakan peralatan yang melakukan fungsi-fungsi yang biasa dilakukan oleh manusia atau peralatan yang bekerja dengan kecerdasan yang mirip dengan kecerdasan manusia.^[1]

1. Klasifikasi Umum Robotika

Berdasarkan sifat mobilitasnya, robot dapat diklasifikasikan dalam dua bagian besar, yaitu :

a. *Mobile Robot*

Kata *mobile robot* mempunyai arti bergerak, yang dimaksudkan adalah sistem robot tersebut mampu memindahkan

dirinya sendiri dari posisi A ke posisi B.

b. Nonmobilerobot

Kebalikan dari pengertian mobil robot, maka non robot memiliki pengertian sistem robot yang tidak dapat memindahkan posisinya dari suatu tempat ke tempat lain. artinya robot tersebut hanya dapat menggerakkan tubuhnya saja.

2. Konsep Dasar Manipulator Robot

Istilah manipulator adalah sekumpulan hubungan mekanik yang terdiri dari rangkaian kinematik berupa link, baik sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun umpan balik tertutup yang dihubungkan dengan sendi dan mempunyai kemampuan untuk melakukan pergerakan baik *planar* maupun *spatial*. Beberapa istilah dan definisi yang banyak digunakan dalam manipulator robot adalah :

a. Link

Link adalah suatu satu bagian dari kerangka yang kaku atau anggota yang dihubungkan secara bersamaan untuk membentuk sebuah rangkaian kinematik.

b. Sendi (Joint)

Joint adalah koneksi antar link yang dapat menentukan pergerakan relative yang terbatas.

c. End – effector

Biasa juga disebut end of arm tooling, berupa peralatan khusus yang ditempatkan pada bagian akhir dari link untuk melakukan tugas tertentu.

d. Workspace

Adalah total volum ruang kerja yang dapat dijangkau oleh *end-effector* ketika manipulator melakukan semua gerakan yang mungkin.

e. Repeatability

Pengukuran atas seberapa dekat sebuah manipulator dapat kembali mencapai titik tujuan sebelumnya.

f. Rigidity

Tingkat kekakuan mekanik manipulator.

g. Derajat kebebasan

Adalah jumlah arah yang independen dimana *end-effector* dari sebuah robot dapat bergerak.^[1]

METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat Penelitian

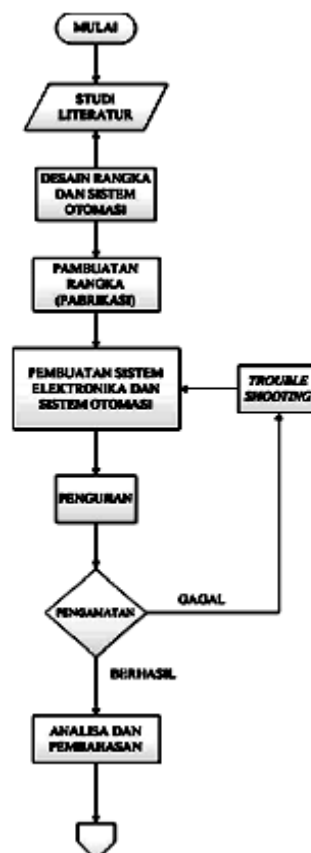
Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

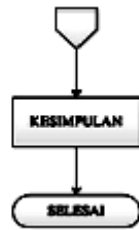
1. Bor listrik
2. Gergaji
3. *Bread board*
4. Aktuator / Motor servo

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Arduino Nano
2. Kabel

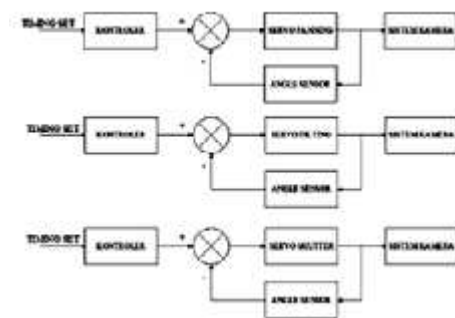
B. Diagram Alir (Flow chart)





Gambar 4. FlowChart

1. Desain sistem *loop* otomasi kamera menggunakan *timedelay*



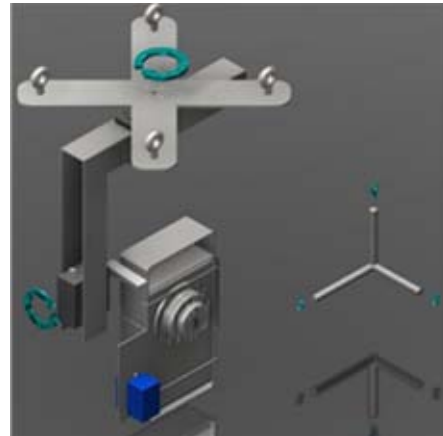
Gambar 5. Sistem *loop* otomasi kamera *timedelay*

Kedua sistem *loop* tersebut menggunakan sifat *loop* tertutup dengan fungsi yang diterapkan memiliki perbedaan, untuk *loop* pertama yaitu dengan menggunakan *timedelay*. *Loop* yang digunakan untuk kondisi *timedelay* menggunakan *loop* tertutup untuk setiap masing-masing sistem kontrol servo yang digunakan yaitu *panning*, *tilting* dan *shutter*. Jenis *loop* tertutup yang digunakan pada kondisi *timedelay* ini, sistem kontrol yang dibuat akan melakukan peninjauan kembali terhadap derajat pergerakan yang telah ditentukan untuk setiap masing-masing servo yang digunakan hingga tercapai derajat pergerakan yang diinginkan.

2. Desain *rig* untuk kamera

Konsep desain yang digunakan untuk *rig* adalah mengutamakan kesederhanaan bentuk, kestabilan dan tentunya dengan massa yang ringan. Pemilihan material untuk *rig* ini yaitu menggunakan

aluminium. Pergerakan yang dilakukan oleh *rig* ini yaitu dengan cara bergerak secara *panning* dan *tilting* dengan meletakkan servo di samping sisi dan atas *rig* seperti pada gambar.



Gambar 6. Desain *Half Frame Rig* (HFR)

Pengujian sistem otomasi

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesalahan yang terjadi dari pembuatan yang telah dilakukan. Di antaranya yaitu menguji rangkaian elektronika dengan memastikan bahwa rangkaian tersebut telah terhubung satu sama lain sehingga dapat menghasilkan pulsa untuk menggerakkan motor servo. Kemudian yang kedua adalah pengujian rangka atau *rig* untuk pergerakan kamera yaitu dengan cara memastikan bahwa *rig* tersebut dapat bergerak sesuai dengan prosedur yang diinginkan. Jika dari pengujian yang dilakukan terdapat kesalahan maka perlu dilakukan *troubleshooting* untuk mengetahui kesalahan dari sistem otomasi tersebut. Dan kemudian setelah diketahui kesalahannya maka dilakukan perbaikan dari kesalahan tersebut sampai sistem berjalan dengan baik sesuai dengan prosedur yang diinginkan.

Data-data didapatkan dari pengujian rancangan sistem otomasi dengan menggunakan mikrokontroler Arduino nano. Data-data yang didapatkan dari pengujian kemudian diolah dan dianalisa, sehingga mendapatkan hasil yang baik. Indikasi bahwa program ini berhasil dapat dilihat dari :

1. *Rig* pada kamera dapat bergerak secara *panning* dan *tilting* dengan kondisi waktu *delay* dan kemudian kamera mampu mengambil gambar untuk setiap pergerakan kamera tersebut.
2. *Rig* pada kamera dapat bergerak secara *panning* dan *tilting* mengikuti objek manusia yang terbaca oleh PIR sensor dan kemudian kamera mampu melakukan pengambilan gambar dari kondisi tersebut.

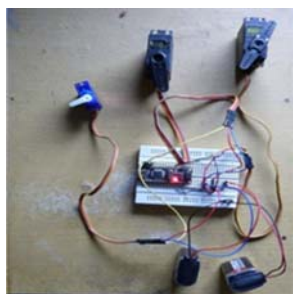
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan sistem robotika pergerakan kamera secara *autonomous* ini. Didapatkan dua lingkup bahasan utama yang terkandung di dalamnya, yaitu elektrik dan mekanik. Lingkup tersebut tentu berdasarkan dengan penelitian yang ditinjau dengan menggunakan dua kondisi yang berbeda, yaitu kondisi dengan menggunakan *timedelay* (waktu tunda) dan PIR sensor. Adapun penjabaran kedua lingkup tersebut adalah:

A. Elektrik

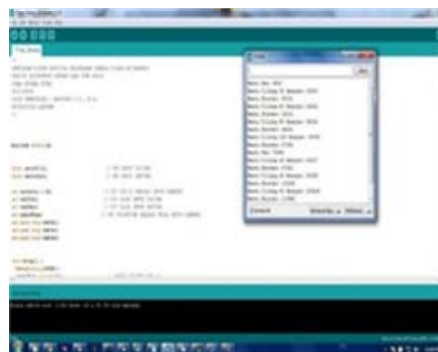
Timedelay (Waktu Tunda)

Rangkaian untuk kondisi ini menggunakan tiga buah motor servo sebagai aktuator penggerakannya, yaitu servo *shutter*, servo *tilting* dan servo *panning*. Servo *shutter* bertugas untuk memerintahkan kamera mengambil gambar. Kemudian untuk servo kedua dan ketiga berfungsi untuk menggerakkan *rig* pada kamera secara *tilting* dan *panning*.



Gambar 7. Rangkaian *timedelay*

Seperti yang terlihat pada gambar, rangkaian tersebut menggunakan tiga buah servo yang terhubung pada mikrokontroler dan dua buah baterai 9 VDC sebagai *powersupply*.



Gambar 8. Pengamatan dengan serial monitor

Peninjauan yang dilakukan dari data tersebut adalah untuk pergerakan masing-masing servo selama satu periode.



Gambar 9. Grafik *timeline* pergerakan servo *panning*, *tilting* dan *shutter*

Grafik tersebut menjelaskan letak posisi servo untuk setiap gerakan yang dilakukan terhadap waktu. Pada gambar jelas terlihat bahwa servo *shutter* selalu melakukan gerakan di setiap variasi derajat pergerakan servo *tilting*. Hal itu dikarenakan agar kamera mampu melakukan pengambilan gambar ketika servo *tilting* telah mencapai di setiap variasi gerakan tersebut. Hasil pengamatan dengan komunikasi serial tersebut menggunakan keluaran waktu dalam bentuk milisekon. Sehingga informasi yang diberikan dapat dengan jelas diamati karena mikrokontroler selalu memberikan informasi waktu pergerakan untuk setiap

masing-masing servo tersebut dalam hitungan milisekon.

B. Mekanikal

Half Frame Rig (HFR)



Gambar 10. Half Frame Rig (HFR)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan untuk setiap masing-masing pergerakan servo jenis HFR ini maka diperoleh data sebagai berikut.

Tabel 1. Pergerakan *tilting* HFR terhadap waktu

Derajat pergerakan	Waktu (detik)
30	3,2
45	9,4
60	10,1
90	14,3

Tabel 2. Pergerakan *panning* HFR terhadap waktu

Derajat pergerakan	Waktu (detik)
0	0
40	43
80	85,6
120	130
160	171,8
200	215,3
240	257,7
280	301
320	344,2
360	387,4

Berdasarkan tabel 1 dan 2 keragaman waktu yang dibutuhkan yang berlangsung hingga mencapai satu siklus dipengaruhi waktu tunda (*timedelay*) yang diberikan. Di samping itu, faktor lain yang menyebabkan alasan perbedaan waktu tempuh tersebut adalah perubahan posisi yang mengakibatkan perbedaan jarak untuk setiap derajat pergerakan *tilting* jika diamati dari poros putar servo *tilting*.

Sedangkan untuk pergerakan servo *panning* jenis HFR ini, waktu tempuh yang dihasilkan adalah sama yaitu berkisar di kisaran waktu 43 hingga 45 detik. Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel 2, waktu tempuh yang dialami oleh pergerakan servo *panning* tersebut dikarenakan dalam pergerakannya hanya melakukan gerakan memutar yang dilakukan pada *picavet*. Gerakan memutar tersebut dilakukan secara bertahap yaitu pada kelipatan 40° dimana posisi poros putar servo *panning* terdapat pada badan *rig* bagian atas *rig* jenis HFR ini sehingga waktu tempuh yang didapatkan tidak melebihi dari kisaran 45 detik.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan torsi yang dihasilkan dari *rig* jenis HFR.

Tabel 3. Hasil pengukuran dan perhitungan *rig* jenis HFR

Panjang lengan <i>panning</i>	70,5 mm
Panjang lengan <i>tilting</i>	40 mm
Masa lengan <i>panning</i>	580 gr
Massa lengan <i>tilting</i>	310 gr
Torsi <i>panning</i>	0,400722 N.m
Torsi <i>tilting</i>	0,12152 N.m
Torsi servo (<i>datasheet</i>)	12,00 kgf-cm (1,18 N.m)

Hasil perhitungan torsi yang didapatkan untuk masing-masing bagian yaitu *panning* dan *tilting* sebesar 0,400722 N.m dan 0,12152 N.m. Torsi yang dihasilkan untuk *rig* jenis HFR ini masih belum

melampaui batas maksimum torsi servo yang digunakan. Hal itu dikarenakan panjang lengan *tilting* yang digunakan dalam *rig* ini tidak panjang. Sehingga dari waktu yang ditempuh oleh *rig* ini lebih cepat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil melakukan penelitian dengan judul pembuatan system robotica sebagai implementasi pergerakan kamera secara *autonomous*.
2. Servo yang digunakan mampu menggerakkan *rig* untuk melakukan pergerakan. Hal itu dikarenakan torsi yang dihasilkan motor servo lebih besar dari pada torsi yang dibutuhkan oleh masing-masing *rig*.
3. Bentuk yang sederhana dan ringan membuat *workspace* pergerakan yang dimiliki *rig* cukup bebas sehingga waktu yang diperlukan untuk melakukan setiap pergerakan tidak terlalu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craig, John J. 1995. Introduction to robotics mechanics and controls. Addison Wesley: USA.
- [2] Evans, W. Brian. 2007. Arduino Programming Notebook. California: USA.
- [3] Iswanto. 2012. *Aplikasi Motor Servo*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta : Yogyakarta.
- [4] Martinus. 2012. *Buku Ajar Mekatronika*. Universitas Lampung: Lampung.
- [5] Martinus, M.Sc dan Ir. Anshori Djausal M.T. 2013. *Small Format Aerial Photography dengan Auto Kite Aerial Photography berbasis Arduino*. Universitas Lampung : Lampung.
- [6] Ward, Peter. 2000. *Digital Video Camerawork*. Jordan Hill, Qxford : Focal Press An Imprint Butterworth-Heinemann.